

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje

ZAVRŠNI RAD

Tomislav Kvočić

Zagreb, 2008.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje

ZAVRŠNI RAD

Voditelj rada:
Dr. sc. Antun Galović

Tomislav Kvočić

Zagreb, 2008.

SAŽETAK

Cilj ovog rada je bio odrediti broj ukosnica, tj. površinu izmjenjivača, toplinski tok koji se izmjeni, snagu pumpi koje omogućuju strujanje struja kroz izmjenjivač, debljinu izolacije te konstruirati taj izmjenjivač i razraditi ga u tehničkoj dokumentaciji.

Cijeli toplinski proračun radio sam u programskom paketu Wolfram Mathematica 6. Odredivši površinu izmjenjivača i toplinski tok napravio sam konstrukciju u SolidWorksu koja mi je bila potrebna da nastavim dalje. Prilikom izrade konstrukcije morao sam paziti da izmjenjivač bude tehnološki izradiv, tj. da se svi djelovi mogu spojiti varenjem ili vijčano. Napravivši konstrukciju mogao sam odrediti padove tlaka pojedine struje i tako dobiti potrebne snage pumpi. Debljinu izolacije sam odredio pomoću grafa kojeg sam izradio u MatLabu i u dogovoru s mentorom odabrao najpovoljniju debljinu.

SADRŽAJ

1. POPIS SLIKA.....	3
2. POPIS OZNAKA	4
3. POPIS MJERNIH JEDINICA	6
4. IZJAVA	7
5. UVOD.....	8
6. TOPLINSKI PRORAČUN.....	9
6.1.Preneseni toplinski tok na svakoj cijevi izmjenjivača	14
7. PRORAČUN SNAGE PUMPI KOJE OMOGUĆUJU STRUJANJE MEDIJA	15
8. PRORAČUN IZOLACIJE	20
9. ZAKLJUČAK.....	23
10. POPIS LITERATURE.....	24

1. POPIS SLIKA

Slika 1 Ovisnost gubitaka toplinskog toka o debljini izolacije	20
Slika 2: Ovisnost gubitaka toplinskog toka o debljini izolacije 2	22

2. POPIS OZNAKA

Latinične oznake

$A(m^2)$ - ukupna površina izmjenjivača
 $C(W/K)$ - toplinski kapacitet
 $c(J/(kgK))$ - specifični toplinski kapacitet
 $d(m)$ - promjer cijevi
 G - pomoćna varijabla
 $k(W/(m^2K))$ - koeficijent prolaza topline
 $k(1/mm)$ - hrapavost stijenke
 $L(m)$ - duljina
 n - broj ukosnica u izmjenjivaču
 $P(W)$ - snaga
 $q_m(kg/s)$ - maseni protok
 $R(m^2K/W)$ - otpor uslijed zaprljanja površine cijevi
 $r(m)$ - radijus koljena
 $w(m/s)$ - brzina

Grčke oznake

α - kut koljena
 $\alpha(W/(m^2K))$ - koeficijent prijelaza topline
 $\eta(Ns/m^2)$ - dinamička viskoznost
 η_p - korisnost pumpe
 $\theta(^{\circ}C)$ - temperatura
 λ - koeficijent otpora
 $\lambda(W/(mK))$ - koeficijent toplinske vodljivosti
 $\rho(kg/m^3)$ - gustoća
 Φ - toplinski tok

Bezdimenzijske značajke

π_1, π_2, π_3 - bezdimenzijske značajke izmjenjivača topline
 Re - Reynoldsov broj

Pr - Prandtlov broj
 Nu - Nusseltov broj
 K - koeficijent otpora

Indeksi

1 - struja 1
2 - struja 2
21 - struja 2 vrijednost 1
22 - struja 2 vrijednost 2
č - čelik
h - hidrodinamička vrijednost
i - izlazni
k - koljeno
m - srednja vrijednost
u - unutrašnji, ulazni, ukupni
v - vanjski
' - ulazna vrijednost
" - izlazna vrijednost

3. POPIS MJERNIH JEDINICA

m - metar

mm - milimetar

°C - stupanj Celzijusa

K - kelvin

kg - kilogram

J - džul

W - vat

s - sekunda

N - njutn

Pa - paskal

4. IZJAVA

kojom izjavljujem da sam završni rad napravio samostalno uz stručnu pomoć prof. Galovića i prof. Švaića kojima se ovom prilikom srdačno zahvaljujem

5. UVOD

Izmjenjivači topline su toplinski aparati u kojima se izmjenjuje toplina između fluida. Imaju široku primjenu, a neki od primjera su postrojenja centralnog grijanja, postrojenja za pripremu potrošne tople vode i rashladna tehnika. Izmjenjivači topline mogu se podijeliti na rekuperatore, regeneratore i izravne izmjenjivače. Izmjenjivač koji sam konstruirao je protusmjerni, tipa ukosnica (eng. hair-pin), koji je dobio naziv zato jer je sličan ukosnici za kosu, a spada u rekuperativne izmjenjivače topline. Rekuperativni izmjenjivači topline su razdvojeni čvrstom stijenkom koja služi kao izmjenjivačka površina te ne dozvoljava međusobni izravni dodir medija. U mom slučaju toplija struja struji kroz užu cijev promjera 54.5mm predajući toplinu hladnijoj struji koja struji kroz cijev promjera 80.9mm. Toplinskim proračunom odredio sam da je potrebno 8 ukosnica da bi toplija struja zagrijala hladniju na zadanu temperaturu. Ukosnice su povezane pomoću vijaka i prirubnica između kojih se nalaze brtve.

6. TOPLINSKI PRORAČUN

Fizikalna svojstva struje 1 ($\theta_{m1} = 120^\circ\text{C}$)

ulazna temperatura struje 1

$$\theta_1' = 140^\circ\text{C}$$

izlazna temperatura struje 1

$$\theta_1'' = 100^\circ\text{C}$$

$$c_1 = 4232\text{J}/(\text{kgK})$$

$$\rho_1 = 943.5\text{kg}/\text{m}^3$$

$$\lambda_1 = 0.685\text{W}/(\text{mK})$$

$$\eta_1 = 0.000235\text{Ns}/\text{m}^2$$

Fizikalna svojstva struje 2 ($\theta_{m2} = 40^\circ\text{C}$)

ulazna temperatura struje 2

$$\theta_2' = 20^\circ\text{C}$$

izlazna temperatura struje 2

$$\theta_2'' = 60^\circ\text{C}$$

$$c_2 = 4175\text{J}/(\text{kgK})$$

$$\rho_2 = 992.2\text{kg}/\text{m}^3$$

$$\lambda_2 = 0.633\text{W}/(\text{mK})$$

$$\eta_2 = 0.000658\text{Ns}/\text{m}^2$$

Proračun bezdimenzijskih značajki

$$\pi_1 = \frac{\theta_1' - \theta_1''}{\theta_1' - \theta_2'}$$

$$\pi_1 = 0.33$$

$$\pi_3 = 1$$

$$\pi_2 = \frac{\pi_1}{1 - \pi_1}$$

$$\pi_2 = 0.5$$

Toplinski kapaciteti struja

$$C_2 = q_{m2} c_2$$

$$C_2 = 5798.61 \text{ J/(kgK)}$$

$$C_1 = C_2$$

$$q_{m1} = \frac{C_1}{c_1}$$

$$q_{m1} = 1.3702 \text{ kg/s}$$

Promjeri cijevi

$$d_1 = 0.0545 \text{ m}$$

$$d_2 = 0.0603 \text{ m}$$

$$d_3 = 0.0809 \text{ m}$$

$$d_4 = 0.0889 \text{ m}$$

Brzine strujanja

$$w_1 = \frac{4q_{m1}}{\rho_1 d_1^2 \pi}$$

$$w_1 = 0.623 \text{ m/s}$$

$$w_2 = \frac{4q_{m2}}{\rho_2 (d_3^2 - d_2^2) \pi}$$

$$w_2 = 0.613 \text{ m/s}$$

Proračun koeficijenta prijelaza topline α_1

$$Re_1 = \frac{w_1 d_1 \rho_1}{\eta_1}$$

$$Re_1 = 136215$$

$$Pr_1 = \frac{\eta_1 c_1}{\lambda_1}$$

$$Pr_1 = 1.4518$$

$$Nu_1 = \frac{0.0398 Pr_1 Re_1^{0.75}}{1 + 1.74 Re_1^{-0.125} (Pr_1 - 1)}$$

$$Nu_1 = 347.39$$

$$\alpha_1 = \frac{Nu_1 \lambda_1}{d_1}$$

$$\alpha_1 = 4366.32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Proračun koeficijenta prijelaza topline α_2

Hidraulički promjer struje 2

$$d_h = d_3 - d_2$$

$$d_h = 0.0206 \text{ m}$$

$$Re_2 = \frac{w_2 d_h \rho_2}{\eta_2}$$

$$Re_2 = 19033$$

$$Pr_2 = \frac{\eta_2 c_2}{\lambda_2}$$

$$Pr_2 = 4.3399$$

$$Nu_2 = \frac{0.0398 Pr_2 Re_2^{0.75}}{1 + 1.74 Re_2^{-0.125} (Pr_2 - 1)}$$

$$Nu_2 = 103.83$$

$$\alpha_2 = \frac{Nu_2 \lambda_2}{d_2}$$

$$\alpha_2 = 1089.98 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Koeficijent prolaza topline sveden na unutrašnju površinu cijevi

Koeficijent provođenja topline kroz čelik

$$\lambda_{\text{č}} = 58 \text{ W/(mK)}$$

Otpori zbog zaprljanja cijevi

$$R_u = 0.000176 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_v = 0.000352 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$k_u = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{r_1}{\lambda_{\text{č}}} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{r_1}{r_2 \alpha_2} + R_u + \frac{r_1 R_v}{r_2}}$$

$$k_u = 625.045 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Ukupna potrebna površina izmjenjivača

$$A_u = \frac{\pi_2 C_1}{k_u}$$

$$A_u = 4.63855 \text{ m}^2$$

Potreban broj 'ukosnica'

Duljina jedne ukosnice

$$L = 3.5 \text{ m}$$

$$n = \frac{A_u}{d_1 \pi L}$$

$$n = 7.74$$

Odabrano 8 ukosnica

Proračun je nadalje proveden za 8 ukosnica

Unutrašnja površina izmjenjivača

$$A_u = d_1 \pi L n$$

$$A_u = 0.516763 \text{ m}^2$$

Bezdimenzijske značajke π_1 i π_2

$$\pi_2 = \frac{k_u A_u}{C_1}$$

$$\pi_2 = 0.5168$$

$$\pi_1 = \frac{\pi_2}{\pi_2 + 1}$$

$$\pi_1 = 0.3407$$

Izlazne temperature za 8 ukosnica

$$\theta_1'' = \theta_1' - \pi_1 (\theta_1' - \theta_2')$$

$$\theta_1'' = 99.12^\circ \text{ C}$$

$$\theta_2'' = \theta_2' + \theta_1' - \theta_1''$$

$$\theta_2'' = 60.88^\circ \text{ C}$$

6.1.Preneseni toplinski tok na svakoj cijevi izmjenjivača

Preneseni toplinski tok na jednoj ukosnici

$$\theta_1' = 140^\circ\text{C}$$

$$\theta_1'' = 99.12^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta_1 = \frac{\theta_1' - \theta_1''}{8}$$

$$\Delta\theta_1 = 5.11^\circ\text{C}$$

$$\Phi = C_1(\theta_1' - (\theta_1' - \Delta\theta_1))$$

$$\Phi = 29633.95\text{W}$$

S obzirom da je $\pi_3 = 1$ izmjenjeni toplinski tok na svakoj cijevi je jednak

7. PRORAČUN SNAGE PUMPI KOJE OMOGUĆUJU STRUJANJE MEDIJA

Snaga pumpe 1 (struja 1)

$$\rho_1 = 943.5 \text{ kg/m}^3$$

$$w_1 = 0.623 \text{ m/s}$$

$$q_{m1} = 1.37 \text{ kg/s}$$

$$\eta_p = 0.7$$

Gubitak na ulazu i izlazu

Ušće sa oštrim rubom

$$K_u = 0.5$$

$$\Delta p_u = K_u \rho_1 \frac{w_1^2}{2}$$

$$\Delta p_u = 91.4 \text{ Pa}$$

$$\Delta p_{ui} = 2\Delta p_u$$

$$\Delta p_{ui} = 182.8 \text{ Pa}$$

Gubitak u koljenu

$$r = 51 \text{ mm}$$

$$d = 60 \text{ mm}$$

$$K_k = 0.51$$

$$\Delta p_k = K_k \rho_1 \frac{w_1^2}{2}$$

$$\Delta p_k = 93.2 \text{ Pa}$$

$$\Delta p_{ku} = 32\Delta p_k$$

$$\Delta p_{ku} = 2983.6 \text{ Pa}$$

Linijski gubitci

$$D_u = 52.18 \text{ mm}$$

$$L = 8(0.075 \times 2 + 1.850 \times 2 + 0.15) \text{ (m)}$$

$$Re_1 = 136215$$

$$k = 0.06$$

$$G_1 = 65 D_u / k$$

$$G_1 = 56528$$

$$G_2 = 1300 D_u / k$$

$$G_2 = 1130567$$

Za $G_1 \langle Re_1 \rangle G_2$ koristim Swamee – Jain aproksimaciju

$$\lambda_1 = \frac{1.325}{\left(\ln \left[0.27 \frac{k}{D_u} + \frac{5.74}{Re_1^{0.9}} \right] \right)^2}$$

$$\lambda_1 = 0.0223$$

$$\Delta p_1 = \lambda_1 \rho_1 \frac{L}{\frac{D_u}{1000}} \frac{w_1^2}{2}$$

$$\Delta p_1 = 2498.4 \text{ Pa}$$

Ukupan pad tlaka

$$\Delta p_{\text{ukupno}} = \Delta p_1 + \Delta p_{\text{ku}} + \Delta p_{\text{ui}}$$

$$\Delta p_{\text{ukupno}} = 5664.8 \text{ Pa}$$

Snaga pumpe 1

$$P_1 = \frac{\Delta p_{\text{ukupno}} q_{m1}}{\eta_p \rho_1}$$

$$P_1 = 11.75 \text{ W}$$

Snaga pumpe 2 (struja 2)

$$\rho_2 = 992.2 \text{ kg/m}^3$$

$$d = 0.0512 \text{ m}$$

$$q_{m2} = 1.3889 \text{ kg/s}$$

$$\eta_2 = 0.000658 \text{ Ns/m}^2$$

$$w_{21} = 4 \frac{q_{m2}}{\rho_2 d^2 \pi}$$

$$w_{21} = 0.680 \text{ m/s}$$

$$w_{22} = 0.613 \text{ m/s}$$

$$\eta_p = 0.7$$

Gubitak na ulazu i izlazu

Ušće sa oštrim rubom

$$K_u = 0.5$$

$$\Delta p_u = K_u \rho_1 \frac{w_{21}^2}{2}$$

$$\Delta p_u = 114.6 \text{ Pa}$$

$$\Delta p_{ui} = 2 \Delta p_u$$

$$\Delta p_{ui} = 229.3 \text{ Pa}$$

Gubitak u koljenu

$$\alpha = 90^\circ$$

$$K_k = 1.27$$

$$\Delta p_k = K_k \rho_2 \frac{w_{21}^2}{2}$$

$$\Delta p_k = 291.2 \text{ Pa}$$

$$\Delta p_{ku} = 32 \Delta p_k$$

$$\Delta p_{ku} = 9319.7 \text{ Pa}$$

Linijski gubitci 1

$$d_h = 20.6\text{mm}$$

$$L_1 = 8(1.750 \times 2) \text{ (m)}$$

$$Re_1 = 19033$$

$$k = 0.06$$

$$G_1 = 65d_h/k$$

$$G_1 = 22317$$

$$G_2 = 1300d_h/k$$

$$G_2 = 446333$$

Za $G_1 > Re_1$ koristim formulu za hidraulički glatku cijev

$$\lambda_2 = \frac{0.316}{\sqrt[4]{Re_2}}$$

$$\lambda_2 = 0.0269$$

$$\Delta p_{11} = \lambda_2 \rho_2 \frac{L_1}{\frac{d_h}{1000}} \frac{w_{22}^2}{2}$$

$$\Delta p_{11} = 6811.2\text{Pa}$$

Linijski gubitci 2

$$L_2 = 8(0.095 \times 2 + 0.19) \text{ (m)}$$

$$Re_3 = \frac{w_{21} d \rho_2}{\eta_2}$$

$$Re_3 = 52491$$

$$k = 0.06$$

$$G_1 = 65d/k$$

$$G_1 = 56528$$

$$G_2 = 1300d/k$$

$$G_2 = 1130567$$

Za $G_1 > Re_3$ koristim formulu za hidraulički glatku cijev

$$\lambda_2 = \frac{0.316}{\sqrt[4]{Re_3}}$$

$$\lambda_2 = 0.0209$$

$$\Delta p_{l2} = \lambda_3 \rho_2 \frac{L_2}{d} \frac{w_{22}^2}{2}$$

$$\Delta p_{l1} = 230.9 \text{ Pa}$$

Ukupan pad tlaka

$$\Delta p_{\text{ukupno}} = \Delta p_{l1} + \Delta p_{l2} + \Delta p_{ku} + \Delta p_{ui}$$

$$\Delta p_{\text{ukupno}} = 16592 \text{ Pa}$$

Snaga pumpe 2

$$P_2 = \frac{\Delta p_{\text{ukupno}} q_{m2}}{\eta_p \rho_2}$$

$$P_2 = 33.18 \text{ W}$$

8. PRORAČUN IZOLACIJE

Ukupan toplinski tok koji se gubi na spojnim mjestima toplije struje

$$\theta_u = 134.88^\circ\text{C}$$

$$\theta_v = 20^\circ\text{C}$$

$$r_1 = 0.02725\text{m}$$

$$\alpha_1 = 4366.32\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$$

$$\lambda_1 = 58\text{W}/(\text{mK})$$

$$r_2 = 0.03015\text{m}$$

$$\alpha_v = 30\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$$

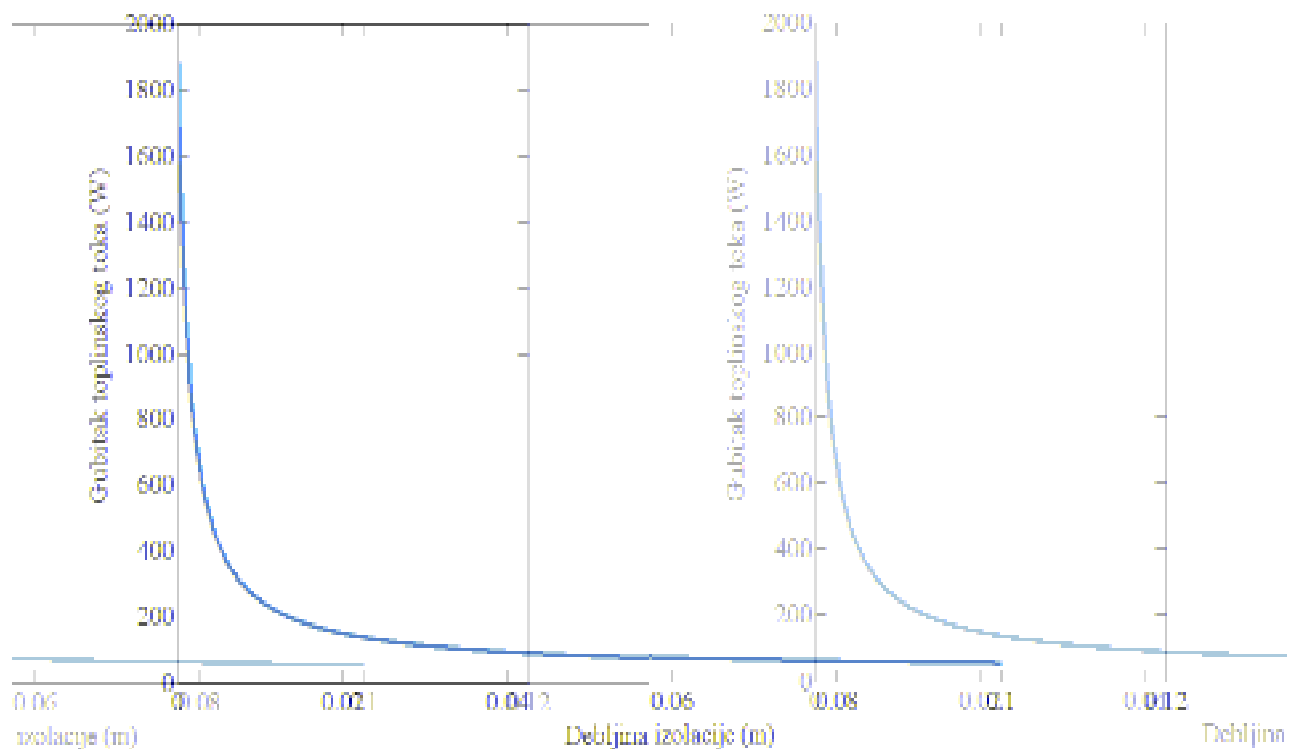
$$R_u = 0.000176\text{m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_v = 0.000352\text{m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$L = 2.96\text{m}$$

$$\Phi_1 = \frac{2\pi(\theta_u - \theta_v)L}{\frac{1}{r_1\alpha_1} + \frac{R_u}{r_1} + \frac{1}{\lambda_1} \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + \frac{R_v}{r_2} + \frac{1}{r_2\alpha_v}}$$

$$\Phi_1 = 1884.65\text{W}$$



Slika 1 Ovisnost gubitaka toplinskog toka o debljini izolacije

Za debljinu izolacije $\delta = 0.025\text{m}$ gubitak će biti

$$\Phi_1 = 126.53\text{W}$$

što je gubitak manji od 10% i zadovoljava.

Ukupan toplinski tok koji se gubi na ostatku izmjenjivača

$$\theta_u = 140^\circ\text{C}$$

$$\theta_v = 20^\circ\text{C}$$

$$r_1 = 0.02725\text{m}$$

$$\alpha_1 = 4366.32\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$$

$$\lambda_1 = 58\text{W}/(\text{mK})$$

$$r_2 = 0.03015\text{m}$$

$$\alpha_2 = 1089.98\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$$

$$r_3 = 0.04045\text{m}$$

$$\lambda_2 = 58\text{W}/(\text{mK})$$

$$r_4 = 0.04445\text{m}$$

$$\alpha_v = 30\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$$

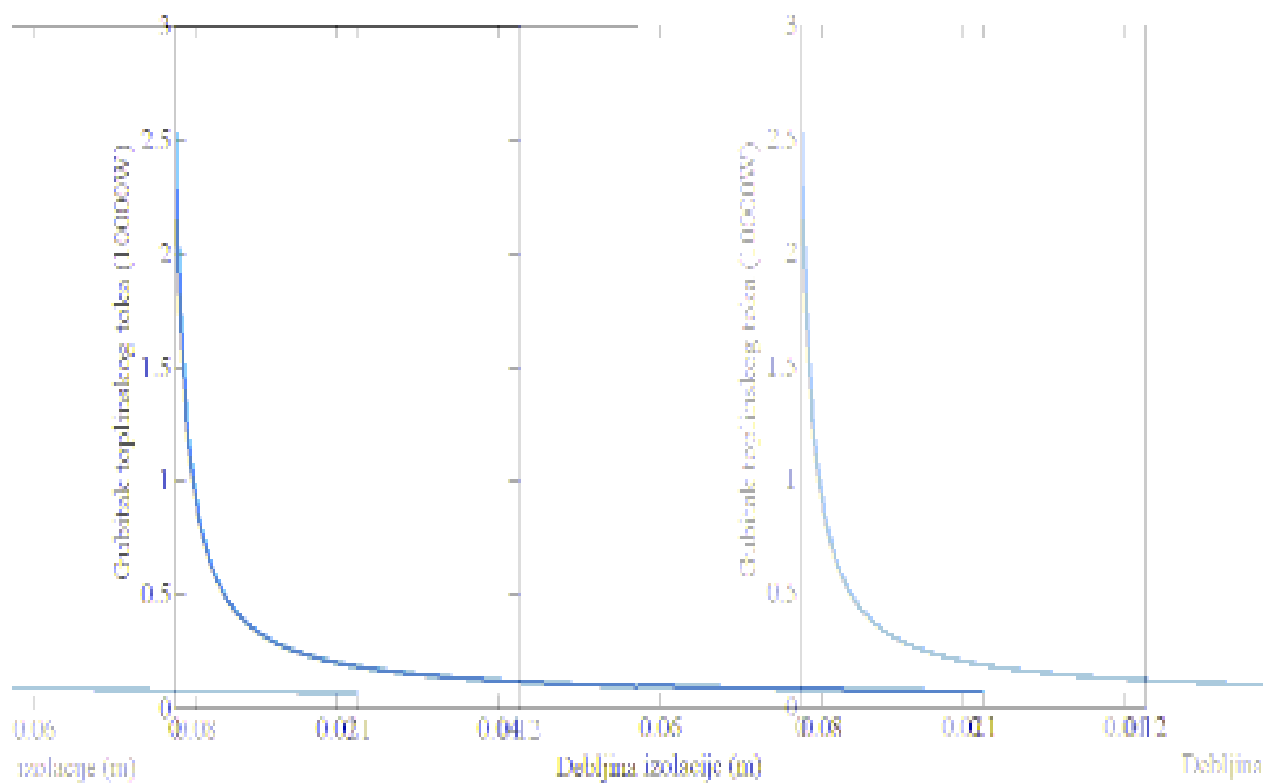
$$R_u = 0.000176\text{m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_v = 0.000352\text{m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$L = 28\text{m}$$

$$\Phi_2 = \frac{2\pi(\theta_u - \theta_v)L}{\frac{1}{r_1\alpha_1} + \frac{R_u}{r_1} + \frac{1}{\lambda_1} \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + \frac{R_v}{r_2} + \frac{1}{r_2\alpha_2} + \frac{1}{r_3\alpha_2} + \frac{1}{\lambda_2} \ln\left(\frac{r_4}{r_3}\right) + \frac{1}{r_4\alpha_v}}$$

$$\Phi_1 = 25346.24\text{W}$$



slika 2: Ovisnost gubitaka toplinskog toka o debljini izolacije 2

Za debljinu izolacije $\delta = 0.025\text{m}$ gubitak će biti

$$\Phi_1 = 1679\text{W}$$

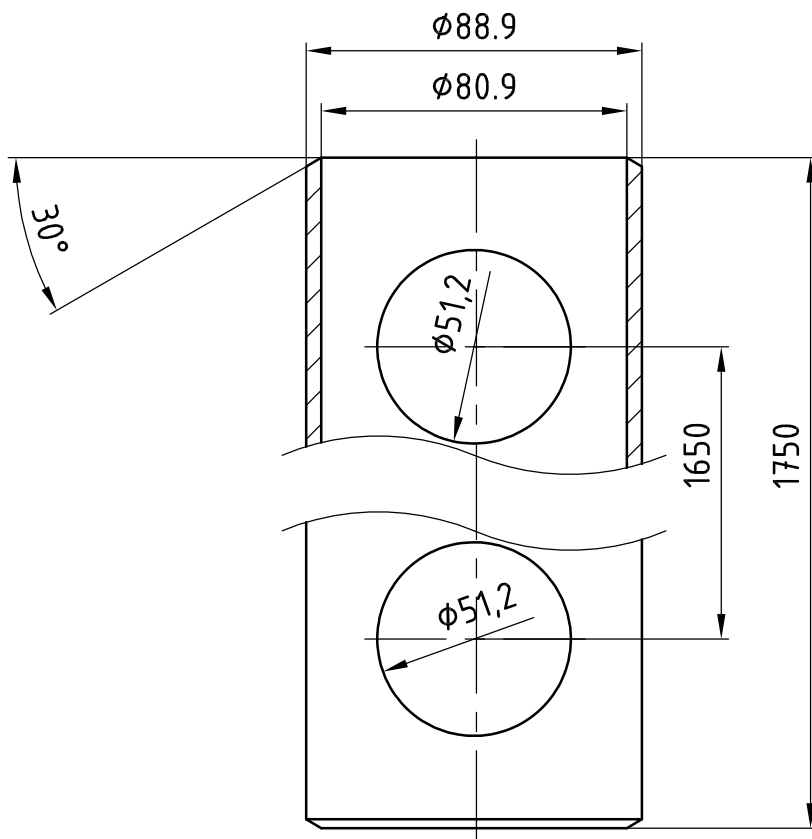
što je gubitak manji od 7% i zadovoljava.

9. ZAKLJUČAK

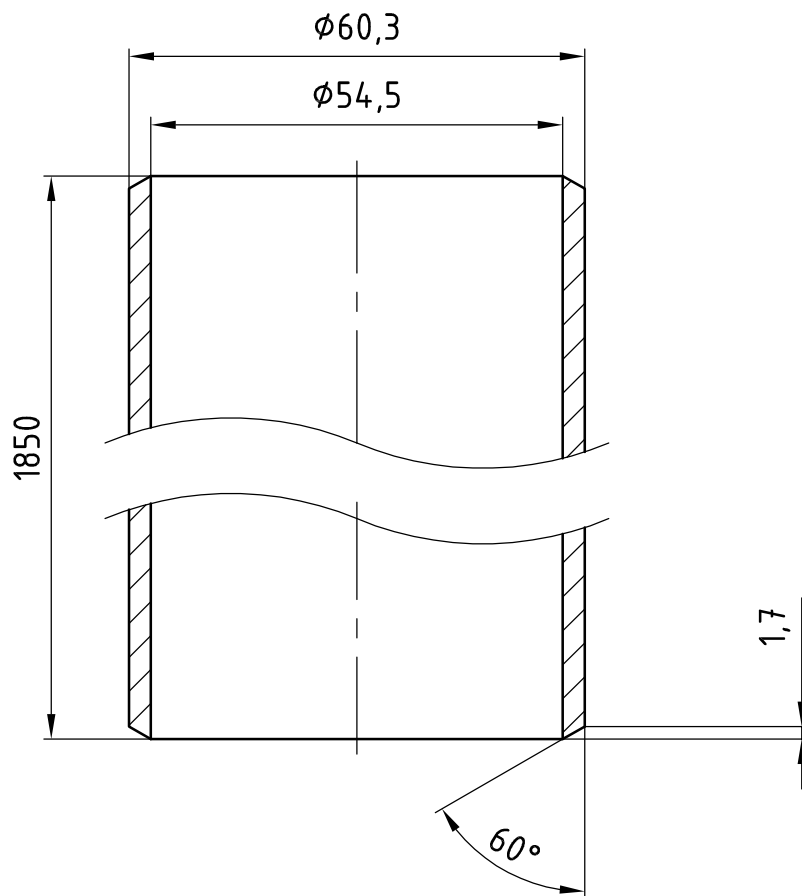
Rad sam napravio redosljedom kako je napisano u sažetku. Prvo sam napravio toplinski proračun. Nakon toga napravio sam konstrukciju jedne ukosnice i koja je zadovoljavala toplinske uvjete. Zatim sam napravio cijeli izmjenjivač i cijelu tehničku dokumentaciju kako bi mogao odrediti padove tlaka u izmjenjivaču i tako dobiti potrebne snage pumpi koje omogućuju strujanje. Proračun izolacije izveo sam u MatLabu i grafički prikazao.

10. POPIS LITERATURE

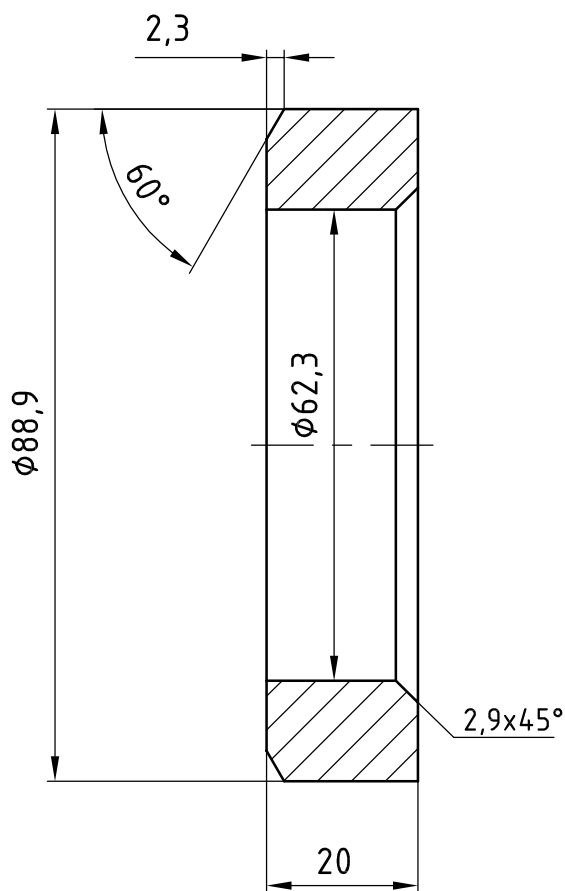
- [1] Antun Galović: Termodinamika II, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2003
- [2] Sadik Kakaç: Heat Exchangers, CRC Press, 1997
- [3] Srećko Švaić: Elementi gradnje aparata, podloge, FSB, Zagreb
- [4] Toplinske tablice, interno izdanje, FSB, Zagreb
- [5] Krešimir Bakić: Elementi gradnje aparata, seminarski rad, 1998
- [6] koristio sam programe: Mathematica 5.0
Catia V5R16
AutoCad 2007



	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij: strojarstvo
Projektirao				
Razradio				
Crtao		Tomislav Kvočić		
Pregledao				
Voditelj rada		Antun Galović		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Inženjersko modeliranje i računalne simulacije	Kopija
Materijal:	Č1212	Masa:	ZAVRŠNI RAD	
	Naziv:		Pozicija	
Mjerilo originala	Cijev veća		1	
1:2	Crtež broj: 2008-01-01			Format: A4 Listova: 1 List: 1

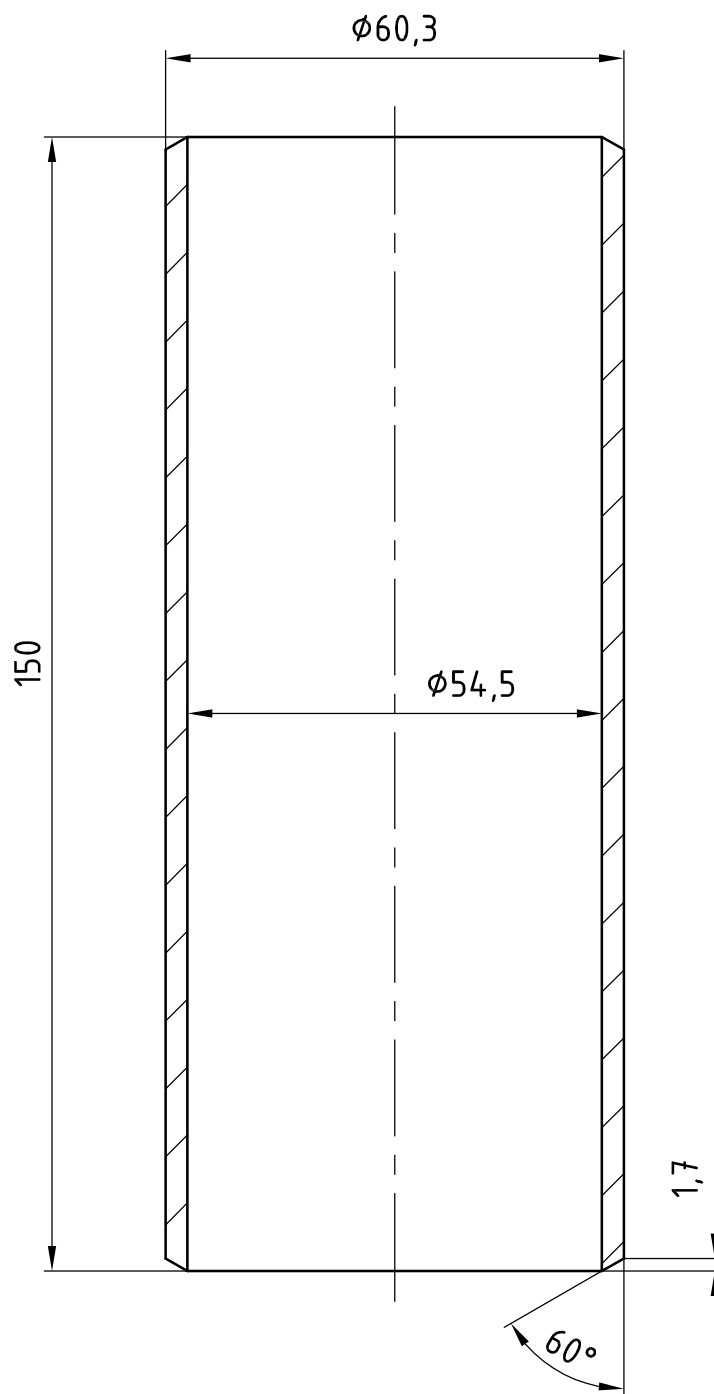


	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij: strojarstvo
Projektirao				
Razradio				
Crtao		Tomislav Kvočić		
Pregledao				
Voditelj rada		Antun Galović		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Inženjersko modeliranje i računalne simulacije	Kopija
Materijal:	Č1212	Masa:	ZAVRŠNI RAD	
 Mjerilo originala	Naziv:		Pozicija	Format: A4
1:1	Cijev manja		2	Listova: 1
Crtež broj:			2008-01-02	List: 2



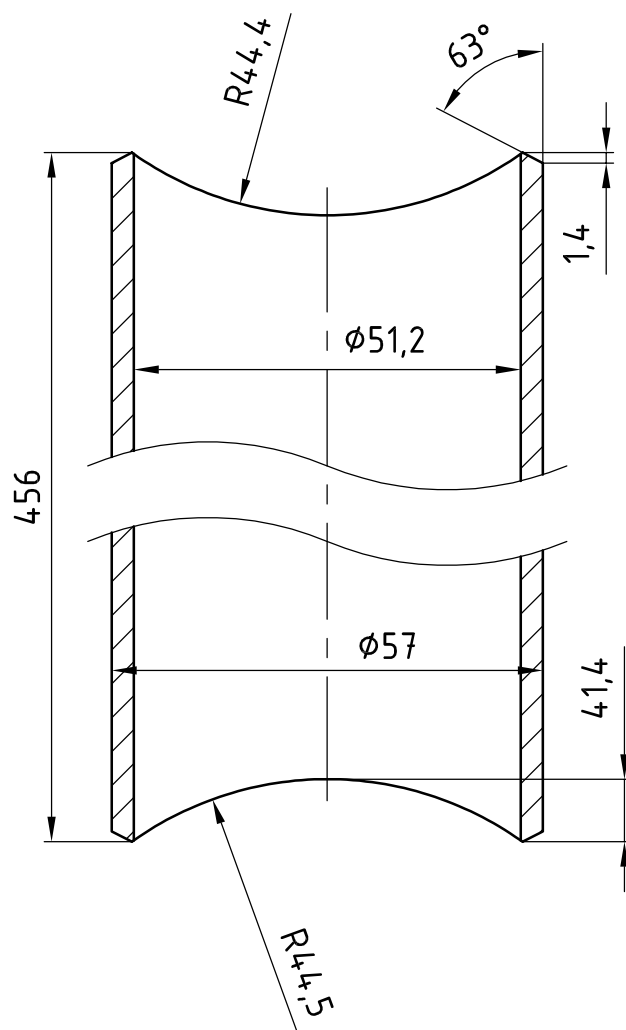
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij: strojarstvo	
Projektirao					
Razradio					
Crtao		Tomislav Kvočić			
Pregledao					
Voditelj rada		Antun Galović			
Objekt:			Objekt broj:		
			R. N. broj:		
Napomena:			Inženjersko modeliranje i računalne simulacije	Kopija	
Materijal: Č1212		Masa:	ZAVRŠNI RAD		
	Naziv: Poklopac				Pozicija: 3
Mjerilo originala					
1:1	Crtež broj: 2008-01-03				List: 3
			Format: A4		
			Listova: 1		

Ra 6,3

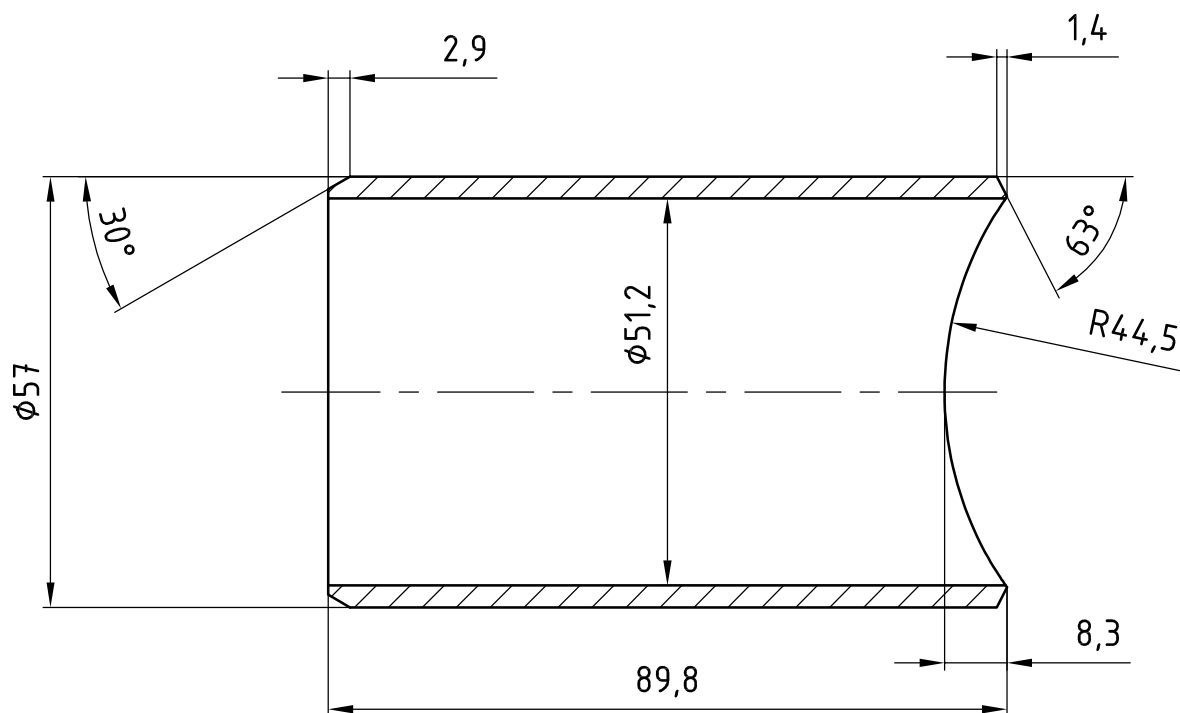


Design by CADLab

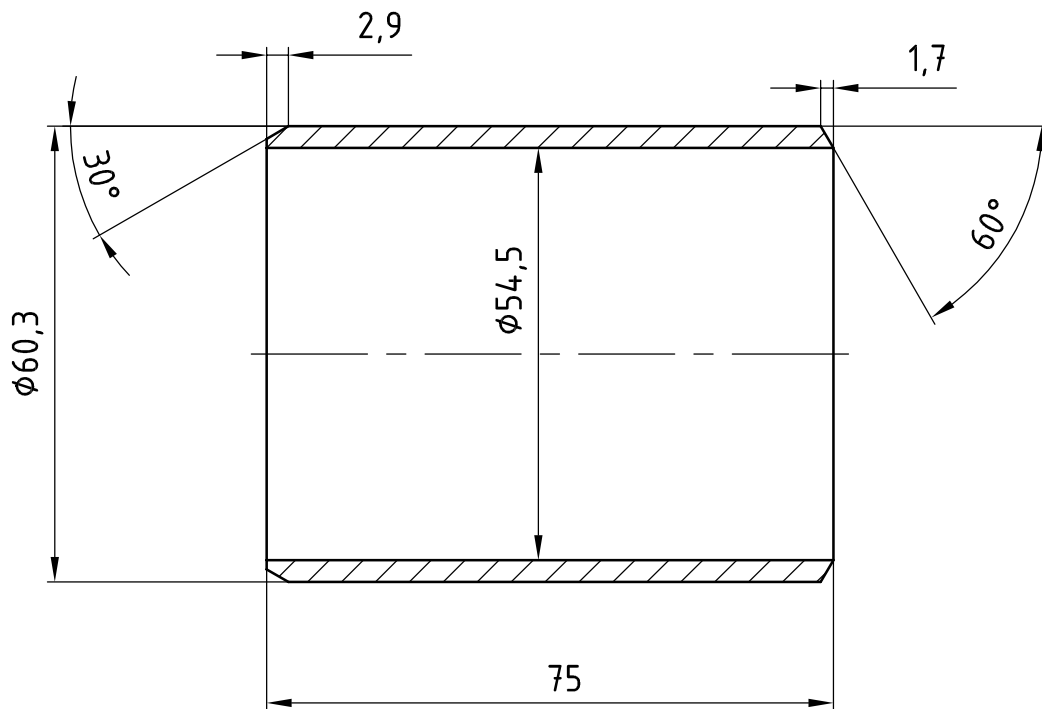
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij: strojarstvo
Projektirao				
Razradio				
Crtao		Tomislav Kvočić		
Pregledao				
Voditelj rada		Antun Galović		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Inženjersko modeliranje i računalne simulacije	Kopija
Materijal:	Č1212	Masa:	ZAVRŠNI RAD	
 	Naziv:		Pozicija	
Mjerilo originala	Spojna cijev manjih cijevi		4	
1:1	Crtež broj: 2008-01-04			Format: A4 Listova: 1 List: 4



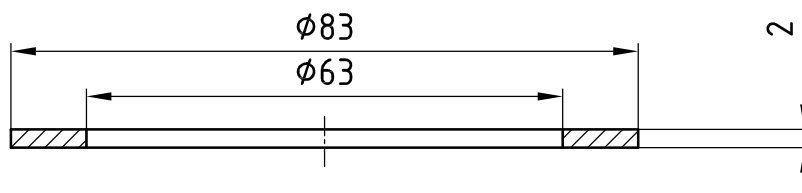
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij: strojarstvo	
Projektirao					
Razradio					
Crtao		Tomislav Kvočić			
Pregledao					
Voditelj rada		Antun Galović			
Objekt:			Objekt broj:		
			R. N. broj:		
Napomena:			Inženjersko modeliranje i računalne simulacije	Kopija	
Materijal: Č1212		Masa:	ZAVRŠNI RAD		
	Naziv:			Pozicija	Format: A4
Mjerilo originala		Spojna cijev većih cijevi		6	Listova: 1
1:1	Crtež broj: 2008-01-05			List: 5	



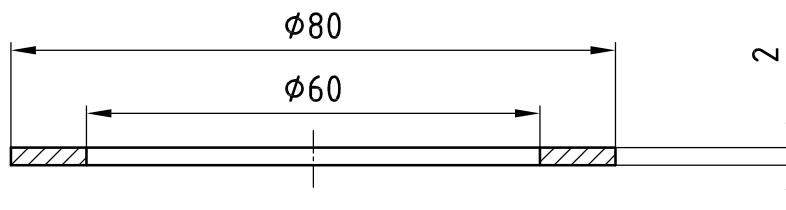
Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij: strojarstvo
Razradio				
Crtao		Tomislav Kvočić		
Pregledao				
Voditelj rada		Antun Galović		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Inženjersko modeliranje i računalne simulacije	
Materijal: Č1212		Masa:	ZAVRŠNI RAD	
 Naziv:		Pozicija:		Kopija  Format: A4 Listova: 1 List: 6
Mjerilo originala		Spojna cijev prirubnice 1 7		
1:1		Crtež broj: 2008-01-06		



	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij: strojarstvo
Projektirao				
Razradio				
Crtao		Tomislav Kvočić		
Pregledao				
Voditelj rada		Antun Galović		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Inženjersko modeliranje i računalne simulacije	Kopija
Materijal:	Č1212	Masa:	ZAVRŠNI RAD	
  Naziv:	Spojna cijev priрубnice 2		Pozicija	Format: A4
Mjerilo originala			8	Listova: 1
1:1	Crtež broj: 2008-01-07			List: 7



	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij: strojarstvo	
Projektirao					
Razradio					
Crtao		Tomislav Kvočić			
Pregledao					
Voditelj rada		Antun Galović			
Objekt:			Objekt broj:		
			R. N. broj:		
Napomena:			Inženjersko modeliranje i računalne simulacije	Kopija	
Materijal:	Klingerit	Masa:	ZAVRŠNI RAD		
		Naziv:			Pozicija
Mjerilo originala		Brtva donja			11
1:1		Crtež broj: 2008-01-08			Format: A4 Listova: 1 List: 8



	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij: strojarstvo
Projektirao				
Razradio				
Crtao		Tomislav Kvočić		
Pregledao				
Voditelj rada		Antun Galović		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Inženjersko modeliranje i računalne simulacije	Kopija
Materijal:	Klingerit	Masa:	ZAVRŠNI RAD	
	Naziv:		Pozicija	Format: A4
Mjerilo originala	Brtva gornja		12	Listova: 1
1:1	Crtež broj: 2008-01-09			List: 9

